

ЗАСТОСУВАННЯ ОЛІЇ АМАРАНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ *LACTOBACILLUS PLANTARUM*

Килименчук О. О., канд. техн. наук, доцент, Охотська М. І., асистент,
Євдокимова Г. Й., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведено результати дослідження впливу олії амаранту та біополімерних комплексів природного походження на вирощування Lactobacillus plantarum. Показано, що олія амаранту не пригнічує ріст лактобацил, а у присутності пребіотиків, а саме висівок з твердих сортів пшениці та біополімерного комплексу цукрового буряку, впливає на ефективність накопичення біомаси, забезпечує пробіотичну дозу клітин, скорочує термін ферментування продукту, впливає на якість та фізіологічну функціональність отриманого кисломолочного продукту.

The article presents the results of studies of the effect of amaranth oil and biopolymer complexes of natural origin on cultivation of Lactobacillus plantarum. It is shown that amaranth oil does not inhibit the growth of Lactobacilli, and in the presence of prebiotics, namely bran durum wheat and biopolymer complex, obtained from sugar beet, affect the efficiency of accumulation of biomass, provides probiotic cells dose, reduces duration of the product fermentation, influences the quality and physiological functionality of resulting fermented milk product.

Ключові слова: функціональні продукти харчування, олія амаранту, лактобацили, пробіотики.

Вступ. Внутрішня мікрофлора людини забезпечує не тільки нормальне функціонування травної системи, а й стан організму в цілому. Тому, вчені приділяють значну увагу регулюванню порушеного мікробного біоценозу людей і тварин, використовуючи різноманітні прийоми. Найбільш прийнятним є введення у великих кількостях антагоністичних гнилісній мікрофлорі кишківника штамів бактерій — представників нормальної мікрофлори у складі кисломолочних продуктів. За рекомендацією нутриціологів щодоби до раціону дорослої здорової людини має включатися не менше 500 мл молока або кисломолочних продуктів. Окремі роди молочнокислих бактерій, серед яких лакто- та біфідобактерії, відносяться до «функціональних» інгредієнтів, які застосовують при створенні нового покоління продуктів, що забезпечують профілактику різних функціональних розладів організму, пов'язаних з глобальним погіршенням екологічної ситуації, ростом споживання лікарських засобів, антибіотиків, високим психоемоційним навантаженням, тощо.

У молочній промисловості розроблено широкий асортимент продуктів лікувально-профілактичного призначення на основі лакто- і біфідобактерій. Однак, актуальним залишається пошук нових субстратів для розширення цього асортименту. Останнім часом для збагачення кисломолочних продуктів, а також одержання їхніх аналогів застосовують рослинну сировину, функціональні інгредієнти: харчові волокна, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, деякі олігосахариди, тощо. Зважаючи на те, що найбільш вагомою групою мікроорганізмів у шлунково-кишковому тракті дорослої людини є бактерії роду *Lactobacillus*, метою даної роботи стало дослідження впливу окремих функціональних інгредієнтів на їхнє вирощування у лабораторних умовах, а саме олії амаранту та біополімерних комплексів рослинного походження.

Природні олії рослинного походження мають широкий спектр застосування у багатьох галузях народного господарства: харчовій та переробній промисловості, медицині, фармакології, косметології та ін. Серед них, останнім часом, набула популярності олія амаранту, яку отримують з насіння трав'янистої рослини з сімейства амарантових (*Amarantaceae*), що походить з Центральної Америки. Амарант — однорічна тепло- та світлолюбива рослина, висотою від 1,8 до 2,5 м зі щільними колосовидними суцвіттями пурпурного, червоного, жовтого та зеленого кольору, з насіння якої отримують олію.

Амарантова олія — це відоме джерело сквалену, який є основним компонентом шкіри та речовиною, наближеною до складу клітин людини. Сквален здатен захоплювати кисень та насичувати ним тканини та органи людини шляхом простої хімічної взаємодії з водою в клітинах. Він є ациклічним поліненасиченим вуглеводнем $C_{30}H_{50}$ та важливим проміжним продуктом біосинтезу холестерину, стероїдних гормонів та жовчних кислот.

Кількість сквалену в олії амаранту від 5 до 15 %. В хімічному складі олії присутні рибофлавін (вітамін В2), токоферол (вітамін Е), тіамін (вітамін В1), вітаміни групи Д, провітамін А, хлорофіл, холін, жовчні кислоти, стероїди, фітостерини, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які є виключно унікальними,

тому що містять збалансований комплекс омега-3 та омега-6. Їх вміст у ліпідах амаранту становить до 77 %.

Унікальність олії амаранту полягає у тому, що окрім сквалєну та інших складових вона містить вітамін Е у особливо активній токотриєнольній формі, антиоксидантні властивості якої у 40...50 разів вищі, ніж у триєнольній.

Токотриєнольна форма вітаміну Е — антиоксидант, який захищає від пошкоджень ДНК, має антисклеротичну дію на судини, захищає нервові клітини від передчасного старіння і міститься тільки в рослинній сировині.

Винятковий хімічний склад олії амаранту дозволяє застосувати його при лікуванні багатьох захворювань. Наприклад, запальовальні процеси, виразка шлунку і дванадцятипалої кишки, сечостатевої системи, анемії, цукрового діабету, ожиріння, неврозів, захворювань шкіри, стоматиту, атеросклерозу та багатьох інших.

Широке застосування у різних сферах народного господарства (медицині, фармакології, косметології, харчовій промисловості та ін.) молочнокислих бактерій, а саме лактобацил, пов'язане з їх специфічними лікувально-профілактичними характеристиками, наприклад, гіпохолестеринемічним ефектом, здатністю знижувати рівень сечової та щавлевої кислот, що дуже важливо для профілактики артритів і артрозів, здатністю катаболізувати аргінін з утворенням окису азоту, стимулювати імунні функції та хорошими адгезивними властивостями.

Оскільки у попередніх дослідженнях нами було встановлено позитивний вплив складових олії амаранту, які утворюються у шлунково-кишковому тракті людини в умовах *in vitro* на внутрішню мікрофлору, а саме на *Lactobacillus plantarum*, нас зацікавила можливість використання олії амаранту як нативного компоненту кисломолочного продукту, а для розширення функціональних властивостей та збереження клітин *Lactobacillus plantarum* в достатній пробіотичній дозі було вирішено внести харчові волокна.

Тому, метою даної роботи стало вивчення впливу олії амаранту на культивування молочнокислих мікроорганізмів — *Lactobacillus plantarum*, класичних представників кишкової мікрофлори людини в присутності харчових волокон з подальшою можливістю отримання молочнокислих продуктів на їх основі.

Основна частина. Пробиотичну складову (*L. plantarum*) було обрано на основі попередніх досліджень, а зразки харчових волокон відбирали з широкого асортименту, спираючись на їхню можливість корегувати роботу шлунково-кишкового тракту, стимулювати ріст молочнокислих мікроорганізмів кишківника та забезпечити транзит клітин у нижні відділи шлунково-кишкового тракту.

Для досягнення цієї мети було заплановано наступне:

- провести пошук та аналіз літератури;
- провести пошук та підібрати харчові волокна — сировину, сприятливу для культивування клітин;
- розробити схему експериментальних досліджень та провести їх у лабораторних умовах;
- зробити висновки про вплив олії амаранту на культивування *L. plantarum* в присутності різних харчових волокон.

При виборі природних біополімерних комплексів ми зупинилися на наступних зразках:

- висівки твердих сортів пшениці;
- макуха насіння розторопші;
- біополімерний комплекс цукрового буряку.

Кожен з обраних комплексів здатен фізіологічно впливати на макроорганізм і разом з тим збагачувати поживне середовище для лактобацил цілим спектром корисних інгредієнтів.

Так, висівки твердих сортів пшениці стимулюють моторику кишківника та попереджують перетворення вуглеводів у жир, ефективний та дієвий засіб для нормалізації ваги людини, джерело вітамінів групи В. Пектини, які входять до складу пшениці, здатні адсорбувати токсини та допомагають загоєнню слизової оболонки кишківника. Макуха харчова з насіння розторопші — це джерело поліненасичених жирних кислот, амінокислот, каротиноїдів, вітамінів: А, D, Е, F, К та усіх вітамінів групи В, а також мікроелементів: міді, цинку, селену та ін. Харчові волокна насіння розторопші сприяють корекції фізико-хімічних властивостей жовчі, покращенню дренажної функції жовчного міхура та печінки, відновлюють вітамінний та мінеральний баланс організму людини. Біополімерний комплекс цукрового буряку характеризується високим вмістом полісахаридів — 87,7 %, покращує роботу шлунково-кишкового тракту, корегує глікемічний індекс та здатен бути носієм для пробіотичних мікроорганізмів.

Для досягнення поставлених завдань було розроблено принципову схему дослідження росту *L. plantarum* у присутності олії амаранту та харчових волокон (рис. 1). Дослідження проводились згідно розробленої схеми.

В якості поживного середовища для культивування клітин було обране молоко коров'яче стерильне, 0,5-відсоткової жирності «На здоров'є».



Рис. 1 — Принципова схема дослідження культивування *L. plantarum* у присутності олії амаранту та харчових волокон

Для дослідження обрали 5 зразків: молоко з культурою *Lactobacillus plantarum* (контроль); молоко з *Lactobacillus plantarum* та олією амаранту; молоко з культурою *Lactobacillus plantarum* та висівками з твердих сортів пшениці, а також з макухою насіння розторопші та біополімерним комплексом цукрового буряку.

В підготовлене поживне середовище вносили добову культуру лактобацил із музею культур кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій, олію амаранту та окремо у кожен пробірку зразок харчових волокон. Вирощування клітин проводили у термостаті за температури 38 °C впродовж 12 годин. Періодично під час вирощування відбирали проби та контролювали загальну кислотність за допомогою рН-метра та прямим титруванням 0,1 Н розчином *NaOH* (рис. 2—3).

Найшвидше накопичення молочної кислоти відбувалося у пробірках, де були присутні харчові волокна. Вже через 6,5 годин у пробірках спостерігали щільний, в'язкий згусток без синерезису. Максимальну кислотність було виявлено в зразках з висівками з твердих сортів пшениці та з біополімерним комплексом цукрового буряку.

Оскільки процес накопичення основного продукту метаболізму молочної кислоти стехіометрично повторює фази росту біомаси молочнокислих бактерій можна констатувати, що скорочення терміну вирощування клітин порівняно з контролем відбувається за рахунок швидкої адаптації вибагливих молочнокислих бактерій за присутності висівок твердих сортів пшениці, біополімерного комплексу цукрового буряку та олії амаранту.

Таблиця 1 — Кількість *Lactobacillus plantarum*, культивованих у присутності олії амаранту та харчових волокон

Назва зразка	Кількість <i>Lactobacillus plantarum</i> , КУО/см ³
Молоко (контроль)	$7,5 \pm 0,1 \cdot 10^7$
Молоко з олією амаранту	$9,7 \pm 0,1 \cdot 10^7$
Молоко з олією амаранту та висівками твердих сортів пшениці	$1,3 \pm 0,1 \cdot 10^8$
Молоко з олією амаранту та макухою з насіння розторопші	$1,1 \pm 0,1 \cdot 10^8$
Молоко з олією амаранту та біополімерним комплексом цукрового буряку	$1,2 \pm 0,1 \cdot 10^8$

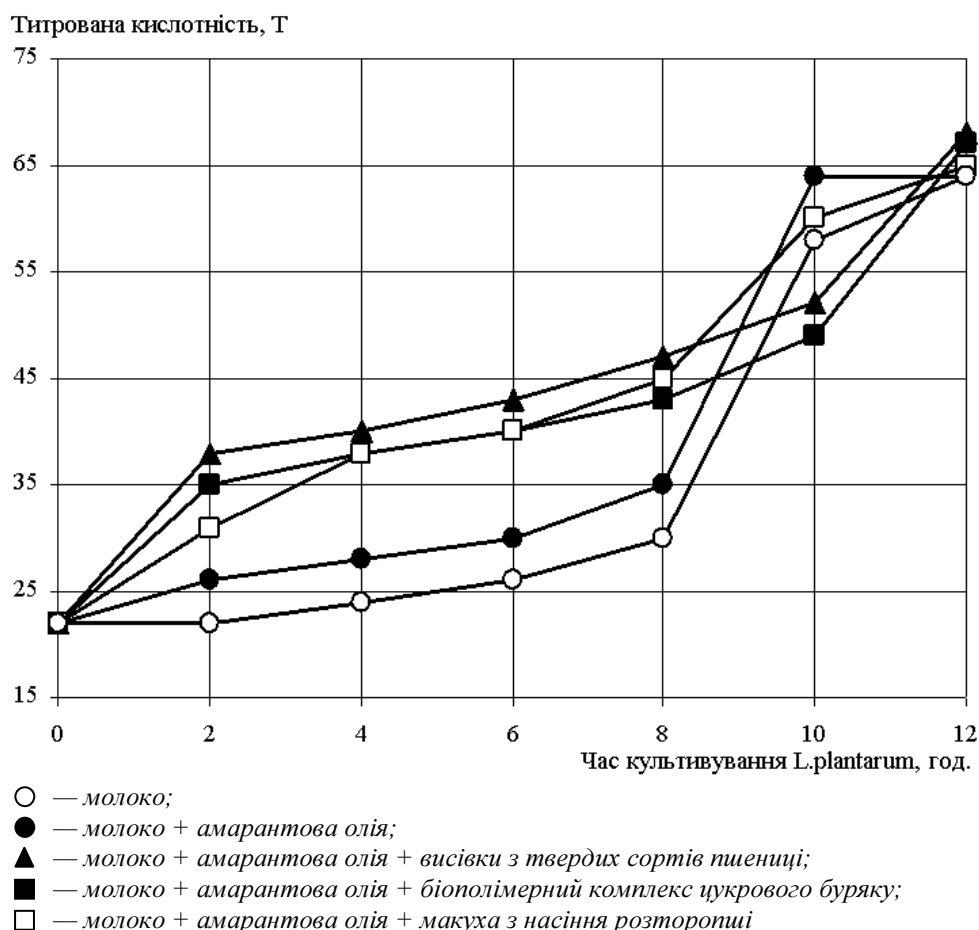


Рис. 2 — Титрована кислотність досліджуваних зразків

Кількісний підрахунок клітин лактобацил після вирощування відбувався прямим обліком колоній на капустяному агарі після 10-кратних розведень і термостатування протягом 48 годин за температури 30 °С.

Як свідчать результати підрахунку, кількість клітин *L. plantarum* у ферментованому середовищі, за рахунок впливу олії амаранту, зросла на 22 % порівняно з контролем, за рахунок пребіотичної дії природних біополімерів — від 13 до 34 %, в залежності від зразка. Найбільшу кількість клітин у середовищі ми отримали при культивуванні *L. plantarum* у присутності олії амаранту та висівків твердих сортів пшениці.

Синбіотичний вплив олії амаранту та природних біополімерів на накопичення клітин *L. plantarum* у процесі вирощування показано на рис. 4.

За наведеними результатами стає зрозумілим, що максимальний вплив має комплексна взаємодія олії амаранту з природними біополімерами з пшеничних висівок та цукрового буряку.

Також нами було проведено дослідження зміни кількісного та якісного складу клітин в отриманих кисломолочних продуктах. Для цього, після культивування та охолодження при 20 °С були відібрані по кілька пробірок кожного зразка та залишені на зберігання у холодильній камері при $t=6...8$ °С і щоденно проводились візуальні спостереження. Протягом тижня у всіх зразках спостерігали щільний, з характерним, приємним запахом згусток. На сьому добу у згустках спостерігали явище синерезису та утворення щільних осадів біополімерів, особливо у зразку з макухою розторопші, що можна пояснити дрібнодисперсною фракцією самої макухи.

Наприкінці терміну зберігання, а саме на 5-ту та 6-ту добу було проведено мікроскопію клітин. Стоїть мікрофлори під час зберігання не було виявлено (рис. 5).

Кількісний облік клітин на сьому та восьму добу підтвердив зменшення пробіотичної дози *L. plantarum*.

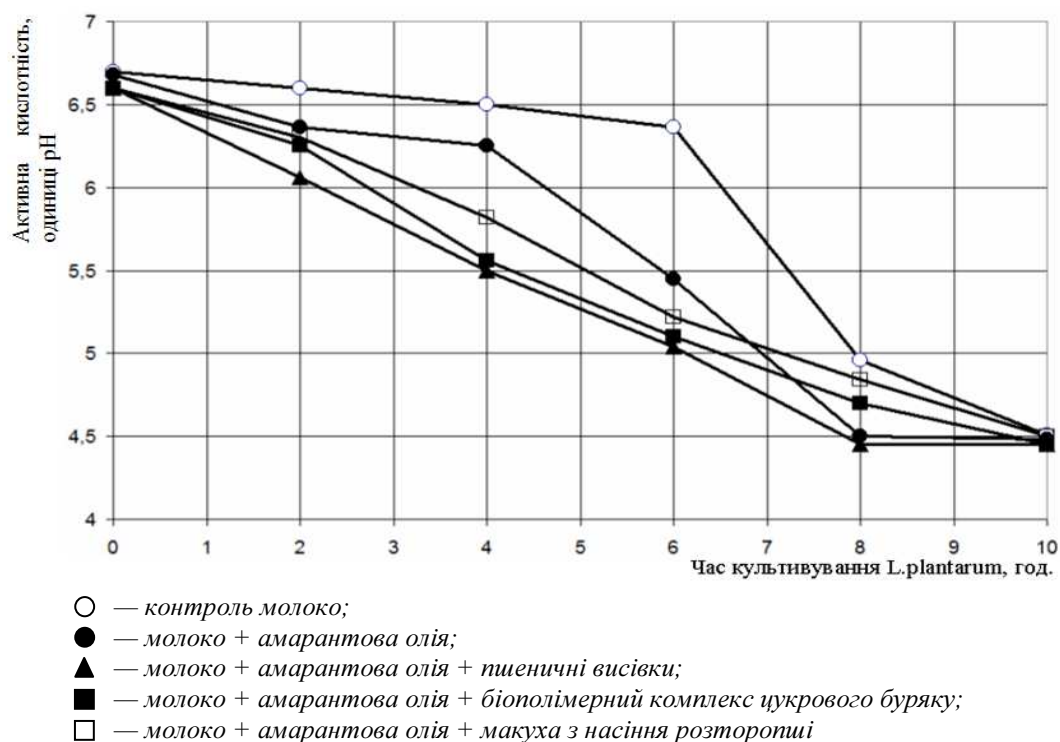


Рис. 3 — Активна кислотність дослідних та контрольного зразків



Рис. 4 — Частка клітин, накопичених у зразках за рахунок впливу окремих інгредієнтів, %

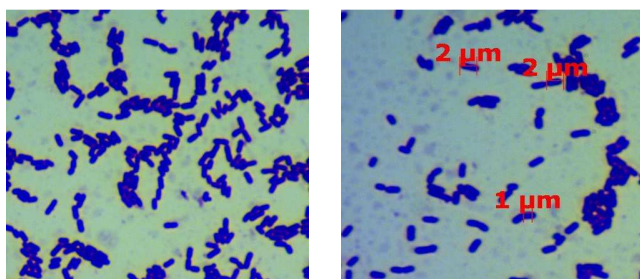


Рис. 5 — Мікроскопія *Lactobacillus plantarum* після культивування в присутності олії амаранту, висівок, твердих сортів пшениці та біополімерів цукрового буряку

Висновки. За результатами проведених досліджень було встановлено:

— олія амаранту не пригнічує розвиток *L. plantarum*;

— найбільший вплив на розвиток клітин у присутності олії амаранту мають висівки твердих сортів пшениці та біополімерний комплекс цукрового буряку;

— доцільним є комбінування молочнокислих мікроорганізмів, харчових волокон та олії амаранту з подальшою розробкою технології та рецептури отримання молочнокислого функціонального продукту харчування на основі *L. plantarum* з гіпохолестеринемічним

ефектом, здатністю знижувати рівень сечової та щавлевої кислот, що дуже важливо для профілактики артритів і артрозів та інших функцій організму людини.

Література

1. Шендеров, Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание [Текст]: Т. III: Пробиотики и функциональное питание / Б. А. Шендеров. – М.: Изд-во ГРАНТЬ, 2001. – 288 с.
2. Килименчук, О. О. Масло амаранту – стимулятор росту лактобацил [Текст] / О. О. Килименчук, Г. Й. Євдокимова, О. Д. Журлова // Наукові праці ОНАХТ – 2014. – № 46, Т. 2. – С. 152–155.
3. Килименчук, О. О. Вплив масла амаранту на корисну мікрофлору людини [Текст] / О. О. Килименчук, Г. Й. Євдокимова, О. В. Щур та ін. // Зернові продукти і комбікорми/ – 2014. – № 3. – С. 15–18.
4. Чиркова, Т. В. Амарант – культура XXI века [Текст] / Т. В. Чиркова // СОЖ. – 1999. – № 10. – С. 22–27.
5. Єгорова, А. В. Насіння амаранту можна уберегти від згубної дії мікрофлори [Текст] / А. В. Єгорова, Г. Й. Євдокимова, Л. К. Овсянникова та ін. // Зерно і хліб. – 2008. – № 1. – С. 34–35.
6. Bengmark, S. Ecoimmunonutrition: A Challenge for the Third Millennium [Text] / S. Bengmark. // Nutrition. – 1998. – Vol. 14, Issue 7/8. – P. 563–572.
7. Bengmark, S. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora [Text] / S. Bengmark // Gut. – 1998. – Vol. 42. – P. 2–7.
8. Knorr, D. Technology aspects related to microorganism in functional foods [Text] / D. Knorr // Trends in Food Science & Technology/ – 1998. – Vol. 9. – P. 295–306.
9. Дідух, Н. А. Рекомендації щодо використання рослинних олій у функціональних молочних продуктах діабетичного призначення [Текст] / Н. А. Дідух, Н. О. Могилянська // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2007. – № 17, Т. 1 – С. 79–86.

УДК 664.145-027.242

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОШАРОВОГО ЖЕЛЕ З РАДІОПРОТЕКТОРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Калугіна І. М., канд. техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена проблемі розробки технології желе з радіопротекторними властивостями з добавками спіруліни, гарбуза та кефіру. Були розглянуті питання розробки і впровадження у раціон харчування населення України продуктів функціонального призначення. Обґрунтовано доцільність використання спіруліни, гарбуза та кефіру в якості добавок з радіопротекторними властивостями. Приведено дані оптимізації технологічних процесів виробництва желе з радіопротекторними властивостями.

The article is devoted to the issue of development of technology of jelly with radioprotective properties with supplements of spirulina, pumpkin and yogurt. The questions of development and implementation of functionality products to the diet of the population of Ukraine were studied. The expediency of using spirulina, pumpkin and yogurt as additives with radioprotective properties was proved. The data on optimization of technical processing of jelly with radioprotective properties was given.

Ключові слова: желе, радіопротектор, спіруліна, гарбуз, кефір, оптимізація технології.

Збалансоване харчування є одним з визначальних факторів у збереженні і підтримці здоров'я людини. Нажаль, індустріалізація виробництва харчових продуктів значно спростила їх хімічний склад і, відповідно, знизила їх харчову цінність. Як наслідок цього, сьогодні перед міжнародним суспільством встала проблема неповноцінності раціону харчування сучасної людини. Дисбаланс харчових речовин у раціоні харчування в умовах порушеної екології призводить до зниження загальної резистентності організму людини та поширенню цілої низки хвороб. В цьому сенсі, головною стратегією охорони здоров'я населення у більшості країн світу є організація його адекватного харчування.

Згідно з рекомендаціями ВООЗ щодо зменшення енергетичної цінності добових раціонів населення до адекватних величин його енерговитрат та з урахуванням національних фізіологічних норм споживання нутрієнтів і їхньої енергетичної цінності для різних категорій населення особливе значення має збільшення поживної цінності раціону [1]. Виходячи з цього, структура харчування українців потребує значної корекції. Це завдання можливо виконати завдяки розробці і впровадженню у раціон харчування населення продуктів функціонального призначення. Харчові продукти відносять до функціональних, якщо вони, крім адекватного харчового ефекту, демонструють позитивний вплив на одну або декілька заданих